

Docket No.: 449122059900  
(PATENT)

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Patent Application of:  
Dietmar ELLMER

Application No.: NEW

Group Art Unit: Not Yet Assigned

Filed: July 24, 2003

Examiner: Not Yet Assigned

For: METHOD FOR ADAPTING AN ACTUATION  
DISTANCE MODEL FOR AN EXHAUST  
TURBOCHARGER

**CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS**

U.S. Patent and Trademark Office  
2011 South Clark Place  
Customer Window, Mail Stop Patent Application  
Crystal Plaza Two, Lobby, Room 1B03  
Arlington, VA 22202

Sir:

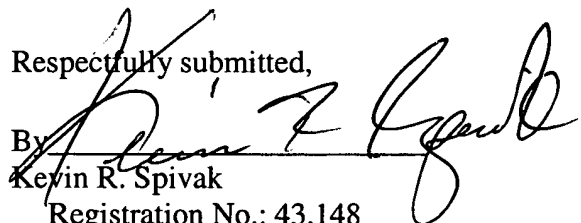
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Germany	10233951.1	07/25/2002

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: July 24, 2003

Respectfully submitted,

By   
Kevin R. Spivak

Registration No.: 43,148

MORRISON & FOERSTER LLP

1650 Tysons Blvd, Suite 300

McLean, Virginia 22102

(703) 760-7762

Attorneys for Applicant



# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 33 951.1

**Anmeldetag:** 25. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells  
für einen Abgasturboladersteller

**IPC:** F 02 B 37/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 9. Juli 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trademark Office.

aust



## Beschreibung

Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturboladersteller

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturbolader bei einer Brennkraftmaschine.

10 Steller zur Ansteuerung des Turbinenverhaltens eines Abgasturboladers zeigen in der Praxis eine gewisse Streuung bzgl. ihrer Stellwirkung und ihrer Ansteuersignale. Die wesentlichen Ursachen hierfür sind, in den Bauteiltoleranzen im Fertigungsprozess und im rauen Einsatzumfeld zu sehen. Die  
15 Streuung führt zur Verzögerung des Stellers und zu Ansteuerfehlern bei der Modellierung des Stellers in dem Stellstreckenmodell als Teil einer Ladedruckregelung. Eine spezifische Anpassung von Modellparametern ist nicht bekannt.

20 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells bereitzustellen, das mit einfachen Mitteln zuverlässig Parameter für einen Steller mit möglichst geringem Aufwand adaptiert.

25 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Merkmalen aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren erfolgt in einem ersten  
30 Schritt eine Erkennung eines stationären oder quasi-stationären Betriebszustands der Brennkraftmaschine. Wurde ein stationärer oder quasi-stationärer Betriebszustand erkannt, so wird ein erster Steller für den Abgasturbolader im Abgastrakt angesteuert. Ebenfalls wird ein zweiter Steller im  
35 Ansaugtrakt angesteuert derart, dass die Brennkraftmaschine in dem Betriebszustand verbleibt. Die Ansteuerung des zweiten Stellers kompensiert die Wirkung, die sich mit dem Ansteuern

des ersten Stellers ergibt. In einem nachfolgenden Verfahrensschritt erfolgt die Bestimmung einer Zustandsgröße an der Turbine sowie ein nachfolgender Vergleich von erwarteter und gemessener Änderung der Zustandsgröße an der Turbine. Aus der Abweichung von Ist- und Sollwert Zustandsgröße an der Turbine wird ein Korrekturwert für das Ansteuersignal des ersten Stellers ermittelt. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird ohne eine Änderung des Betriebszustands der Brennkraftmaschine ein Korrektursignal für die Ansteuerung des ersten Stellers ermittelt. Erfolgt die Ansteuerung des ersten Stellers über ein Stellstreckenmodell, so können die ermittelten Korrekturwerte zur Änderung des Stellstreckenmodells eingesetzt werden, was die Änderung der Ansteuersignale des ersten Stellers bewirkt.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können zwei Ansätze für die konstant Betriebszustände unterschieden werden. Beim ersten Zustand werden die Betriebspunkte für die Verbrennung wie beispielsweise Zündwinkel konstant gehalten. Bei einem zweiten Ansatz wird ohne konstante Betriebspunkte für die Verbrennung gearbeitet, was allerdings ein nicht optimales Brennverhalten während der Adaptionphase nachsichziehen kann. Allerdings sind bei beiden Ansätzen mindestens effektives Moment und Drehzahl konstant, so dass ein Fahrer den Adaptionsvorgang nicht bemerkt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind als erster Steller im Abgastrakt ein oder mehrere Stellereinheiten für eine Wastegate-Position, einen Turbinenschaufelanstellwinkel, eine Position einer Schiebehülse an dem Abgasturbolader und/oder elektrische Steller mit und ohne Lagerückmeldung sowie Über- und Unterdruck geführte Membrandosen vorgesehen. Diese ersten Stellereinheiten werden in einem stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine angesteuert.

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahren sind als zweiter Stelle im Ansaugtrakt ein oder mehrere Stelleinheiten für eine Drosselklappe, eine Rückstromklappe und/oder ein Rückstromventil vorgesehen.

5

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird der stationäre bzw. quasi-stationäre Betriebszustand aufgrund der Werte für die Motordrehzahl, die Füllung, die Füllungszusammensetzung bei interner Abgasrückführung, Einspritzmenge, Zündwinkel, Motor-  
moment und Ventiltrieb erkannt. Diese Größen stehen der Motorsteuerung für den einwandfreien Betrieb der Brennkraftmaschine zur Verfügung, so dass diese für die Erkennung des stationären oder quasi-stationären Betriebszustands nicht gesondert erfasst werden müssen.

15

Als besonders zuverlässig für das Ansteuern des ersten Stellers hat sich herausgestellt, diesen schrittweise anzusteuern. Bevorzugt sind hierbei Schrittbreite und Abstand zwischen den Schritten derart gewählt, dass die Änderung der Zustandsgröße zu jedem Schritt erfasst werden kann. Abhängig vom Betriebszustand werden also sowohl die Höhe des Ansteuersignals als auch der Abstand zwischen den Ansteuersignalen so gewählt, dass die aufgrund der Ansteuerung herbeigeführte Wirkung gut erfassbar ist.

25

Da die Wirkung des ersten Stellers sich mit der Zeit aufbauen muss, hat es sich als zweckmäßig erwiesen, den zweiten Steller nach einer Verzögerungszeit anzusteuern. Die Verzögerungszeit kann beispielsweise abhängig von dem Stellstreckenmodell erfolgen.

30

Als besonders vorteilhaft an dem erfindungsgemäßen Verfahren erweist sich, die Erkennung des stationären bzw. quasi-stationären Betriebszustands im nicht aufgeladenen Betrieb vorzunehmen. Um die Wirkung der Ansteuerung des ersten Stellers nach Möglichkeit gering zu halten, hat es sich als zweckmäßig herausgestellt, den ersten Steller in Betriebszu-

35

ständen anzusteuern, in denen eine Änderung des Abgasgegendrucks nur eine geringe Änderung des Betriebszustands der Brennkraftmaschine bewirkt. Ebenfalls kann ein Wert ermittelt werden, der einen Minimalwert für ein Ansprechen der Stellstrecke auf ein Ansteuersignal für den ersten Steller angibt. Hierbei wird festgestellt, ob eine erfassbare Änderung in der Stellstrecke aufgrund des Ansteuersignals auftritt (schwarz-weiß-Ansatz).

- 10 In einer möglichen Ausgestaltung erfolgt die Bestimmung der Zustandsgröße an der Turbine aufgrund von Messungen. In einer alternativen Ausgestaltung erfolgt die Bestimmung der Zustandsgröße an der Turbine aus Mess- und Modellwerten oder ausschließlich auf Grund von Modellwerten des Abgastrakts. Es hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen, als Zustandsgröße an der Turbine die Turbinenleistung zu wählen.

Damit die Adaption der Streckenparameter für einen Benutzer unbemerkt erfolgt, werden Drehmoment und Drehzahl durch die Ansteuerung von erstem und zweitem Steller konstant gehalten.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

25 Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Ansicht einer Brennkraftmaschine,

Fig. 2 eine erste Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Blockdiagramm und

Fig. 3 eine zweite Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens im Blockdiagramm.

35 Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10 in einer schematischen Ansicht. Über einen Ansaugtrakt 12 wird der Brennkraftmaschine Frischluft zugeführt. Die zugeführte Frischluft



strömt durch einen Luftfilter 14 und einen Ladeluftkühler 16. Stromaufwärts von dem Ladeluftkühler 16 ist ein Verdichter 18 eines Abgasturboladers vorgesehen. Stromabwärts von dem Ladeluftkühler 16 ist eine Drosselklappe 20 vorgesehen. Die verdichtete Frischluft tritt in einen der Zylinder 22 ein, wobei zur besseren Übersicht in der Figur lediglich vier Zylinder eingezeichnet sind. Stromabwärts von der Brennkraftmaschine 10 befindet sich der Abgastrakt 24 mit einem Katalysator 26. Stromaufwärts von dem Katalysator 26 ist eine Turbine 28 des Abgasturboladers angeordnet. Es versteht sich von selbst, dass die Turbine 28 mit dem Verdichter 18 gekoppelt ist, um im Betrieb über die Turbine 28 den Verdichter 18 anzutreiben.

Parallel zu dem Abgastrakt 24 im Bereich der Turbine 28 ist ein Bypass 30 mit einem Wastegate 32 vorgesehen. In Fig. 1 ist dargestellt, dass eine Motorsteuerung 34 das Wastegate 32 und die Drosselklappe 20 ansteuert. Zustandwerte zum Betriebszustand der Brennkraftmaschine 22 werden als Daten 36 in der Motorsteuerung 34 zur Verfügung gestellt.

Bei dem erfindungsgemäßen Adaptionsverfahren wird das Wastegate 32 schrittweise angesteuert. Ein Schließen des Wastegates 32 bewirkt einen ansteigenden Abgasgegendruck. Um Drehzahl und Drehmoment der Brennkraftmaschine konstant zu halten, wird dies durch die Drosselklappe 20 kompensiert. Bei Otto-Motoren hat es sich als besonders günstig herausgestellt, die Frischluftfüllung zu erhöhen und unter Erhöhung der Abgasmasse und Temperatur drehmomentneutral eine Spätzündung zu verwenden.

Eine bevorzugte Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird im Hinblick auf Fig. 2 näher erläutert. In einem ersten Verfahrensschritt 38 erfolgt eine stationäre Betriebserkennung der Brennkraftmaschine. Diese erfolgt bevorzugt im nicht aufgeladenen Betrieb. Eingangsgrößen für die stationäre Betriebserkennung 38 sind die im Block 40 zusammengefassten Werte für Motordrehzahl, Füllung, Füllungszusammensetzung

(EGR), Einspritzmenge, Zündwinkel, Motormoment und Ventiltrieb.

Für einen erkannten stationären bzw. quasi-stationären Betriebszustand erfolgt in Schritt 42 eine schrittweise Erhöhung des Ansteuersignals des Stellers im Abgastrakt. Die Ansteuerung des Stellers führt zu Änderungen der Zustände an der Turbine. In Schritt 44 werden diese erfasst und an die stationäre Betriebserkennung 38 zurückgeführt. So können Änderungen im stationären Betrieb schnell und zuverlässig erkannt werden.

In Verfahrensschritt 46 wird aufgrund des Ansteuersignals für den ersten Steller der Sollwert für die Turbinenleistung ermittelt. In Verfahrensschritt 48 wird der Istwert der Turbinenleistung ermittelt. In den Verfahrensschritten 44 bis 48 stehen über die Motorsteuerung die Werte 50 für den Abgasmassestrom, Temperaturen vor und nach Turbine, Abgasgegendruck und Druck nach Turbine zur Verfügung. Bei den Größen 50 kann es sich um direkte Messwerte oder um Modellwerte aus der Motorsteuerung handeln.

Der Istwert für die Turbinenleistung wird in einen Istwert für die Verdichterleistung in Schritt 52 umgerechnet. Ausgehend von dem Istwert der Verdichterleistung erfolgt in Schritt 54 eine schrittweise Änderung der Steller im Frischlufttrakt zur Kompensation des ersten Stellers. Ziel der Kompensation ist, Saugrohrdruck und Zylinderfrischluftfüllung konstant zu halten. Unterhalb von vorbestimmten Mindestschwellwerten für den Eingriff des zweiten Stellers, kann der Kompensationseingriff zur Vereinfachung des Verfahrens unterbleiben.

Nicht in der Figur dargestellt ist ein anfänglicher Initialisierungsschritt des Verfahrens, bei dem der Istwert der Verdichterleistung festgestellt und für den späteren Vergleich gespeichert wird.

Die Abweichung zwischen Soll- und Istwerten für die Turbinenleistung wird in Schritt 58 bestimmt und an eine Bewertung bzw. Filterung weitergeleitet. Ausgehend von der Bewertung  
5 bzw. Filterung kann eine Diagnose 62 des Stellverhaltens vorgenommen werden.

In Schritt 60 werden im wesentlichen Korrekturwerte für ein Stellstreckenmodell und die Ansteuersollwerte ermittelt. In  
10 dem Adaptionsschritt 64 fließen ebenfalls die Ansteuersignale ein. Das adaptierte Streckenmodell 64 ist Ausgangspunkt für die Bestimmung des Sollwerts der Turbinenleistung in Verfahrensschritt 46.

15 Fig. 3 zeigt eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Zur besseren Übersicht sind gleiche Verfahrensschritte mit gleichen Bezugszeichen versehen. Nachfolgend werden lediglich die Abweichungen gegenüber dem oben beschriebenen Verfahren erläutert.

20 Im Unterschied zu dem oben beschriebenen Verfahren wird bei dem mit Bezug auf Fig. 3 dargestellten Verfahren in Schritt 66 der Betriebspunkt der Brennkraftmaschine bei konstanter Drehzahl und konstantem effektiven Moment durch Beeinflussung der  
25 Verbrennung geändert. In Schritt 68 wird die zu erwartende Änderung an der Turbine, d. h. der zu erwartenden Änderung der Turbine bei fehlender Ansteuerung des ersten Stellers im Abgastrakt berechnet. In Schritt 68 wird also der Sollwert der Turbinenleistung bei einer Veränderung des Betriebspunktes bestimmt, ohne dass eine Änderung des ersten Stellers im  
30 Abgastrakt berücksichtigt wird. In Verfahrensschritt 68 wird der Sollwert für die Turbinenleistung abhängig von den Parametern 50 berechnet, wobei diese ebenfalls die Änderungen des Betriebspunkts der Brennkraftmaschine berücksichtigen.

35 In Schritt 70 werden die Zustände an der Turbine bestimmt. In Verfahrensschritt 72 wird der Istzustand an der Turbine auf-

grund der Daten 50 bestimmt. Die Daten 50 sind entweder direkte Messwerte von Größen an der Turbine, wie beispielsweise der Abgasgegendruck, oder unter Verwendung von Modellwerten für den Abgastrakt und den Frischlufttrakt bestimmt. Der Istwert der Turbinenleistung wird in den Istwert der Verdichterleistung 52 umgerechnet, dessen Wert als Ausgangspunkt für den kompensierenden Eingriff des Stellers auf der Frischluftseite dient, damit die Brennkraftmaschine im stationären oder quasi-stationären Zustand verbleibt. Das mit Bezug auf Fig. 3 beschriebene Verfahren eignet sich insbesondere für den quasi-stationären Betrieb, in dem das effektive Moment und die Drehzahl konstant sind.

Das vorbeschriebene Verfahren nutzt aus, dass sowohl der Abgasturbolader als auch die Brennkraftmaschine für einen Fahrer unmerklich stationär in unterschiedlichen Betriebspunkten betrieben werden können. Auf der Abgasseite ist der Steller im Vergleich zur Einlassseite sehr rauen Bedingungen ausgesetzt. Das erfindungsgemäße Verfahren schafft die Möglichkeit einer Adaption der Modellparameter für die Stellstrecke. Der Eingriff durch den ersten Steller wird dabei auf der Einlassseite kompensiert.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodell für einen Steller eines Abgasturboladers bei einer Brennkraftmaschine, mit folgenden Verfahrensschritten:

- Erkennung (38) eines stationären und quasi-stationären Betriebszustandes der Brennkraftmaschine,
- Ansteuerung (42) eines ersten Stellers für den Abgasturbolader im Abgastrakt sowie eines zweiten Stellers im Ansaugtrakt derart, dass die Brennkraftmaschine in dem Betriebszustand verbleibt,
- Bestimmung (46) eines Sollwertes für eine Zustandsgröße an der Turbine und nachfolgender Vergleich von Sollwert und gemessenen Istwert der Zustandsgröße an der Turbine,
- wobei aus der Abweichung von Ist- und Sollwert der Zustandsgröße an der Turbine ein Korrekturwert für das Stellstreckenmodell und die Ansteuerung des ersten Stellers ermittelt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine mit oder ohne konstante Betriebspunkte für die Verbrennung in dem Betriebszustand verbleibt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass als erster Steller im Abgastrakt ein oder mehrere Stellereinheiten für eine Wastegate-Position, einen Turbinenschaufelanstellwinkel, eine Position einer Schiebehülse an dem Abgasturbolader und/oder elektrische Steller mit und ohne Lagerückmeldung und/oder Über- und Unterdruck geführte Membrandosen vorgesehen sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass als zweiter Steller im Ansaugtrakt

ein oder mehrere Stellereinheiten für eine Drosselklappe, eine Rückströmklappe oder -ventil vorgesehen sind.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,  
5 dass der statische bzw. quasi-statische Betriebszustand aufgrund der Werte für Motordrehzahl, Füllung, Füllungszusammensetzung bei interner Abgasrückführung, Einspritzmenge, Zündwinkel, Motormoment und Ventiltrieb erkannt wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Ansteuern des ersten Stellers schrittweise erfolgt, wobei die Schrittbreite und der Abstand zwischen den Schritten derart gewählt ist, dass  
15 die Änderung der Zustandsgrößen an der Turbine oder am Verdichter des Abgasturboladers zu jedem Schritt erfasst werden kann.
- 20 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Steller nach einer Verzögerungszeit angesteuert wird.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Erkennung der statischen bzw. quasi-statischen Betriebszustände bevorzugt im nicht aufgeladenen Betrieb erfolgt.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerung des ersten Stellers bevorzugt in einem Betriebszustand erfolgt, in dem eine Änderung des Abgasgegendrucks nur eine geringe Änderung des Betriebszustands der Brennkraftmaschine bedingt.
- 35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Zustandsgrößen der Turbine oder am Verdichter des Abgasturboladers aufgrund einer Messung erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der Zustandsgrößen an der Turbine oder dem Verdichter aus Mess- und Modellwerten des Abgastraktes bzw. des Ansaugtraktes erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Zustandsgröße an der Turbine oder dem Verdichter die Turbinenleistung bzw. Verdichterleistung vorgesehen ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass im Betriebspunkt der Brennkraftmaschine die Ansteuerung von ersten und zweiten Steller derart erfolgt, dass effektives Drehmoment und Drehzahl konstant sind.

## Zusammenfassung

Verfahren zur Adaption eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturboladersteller

5

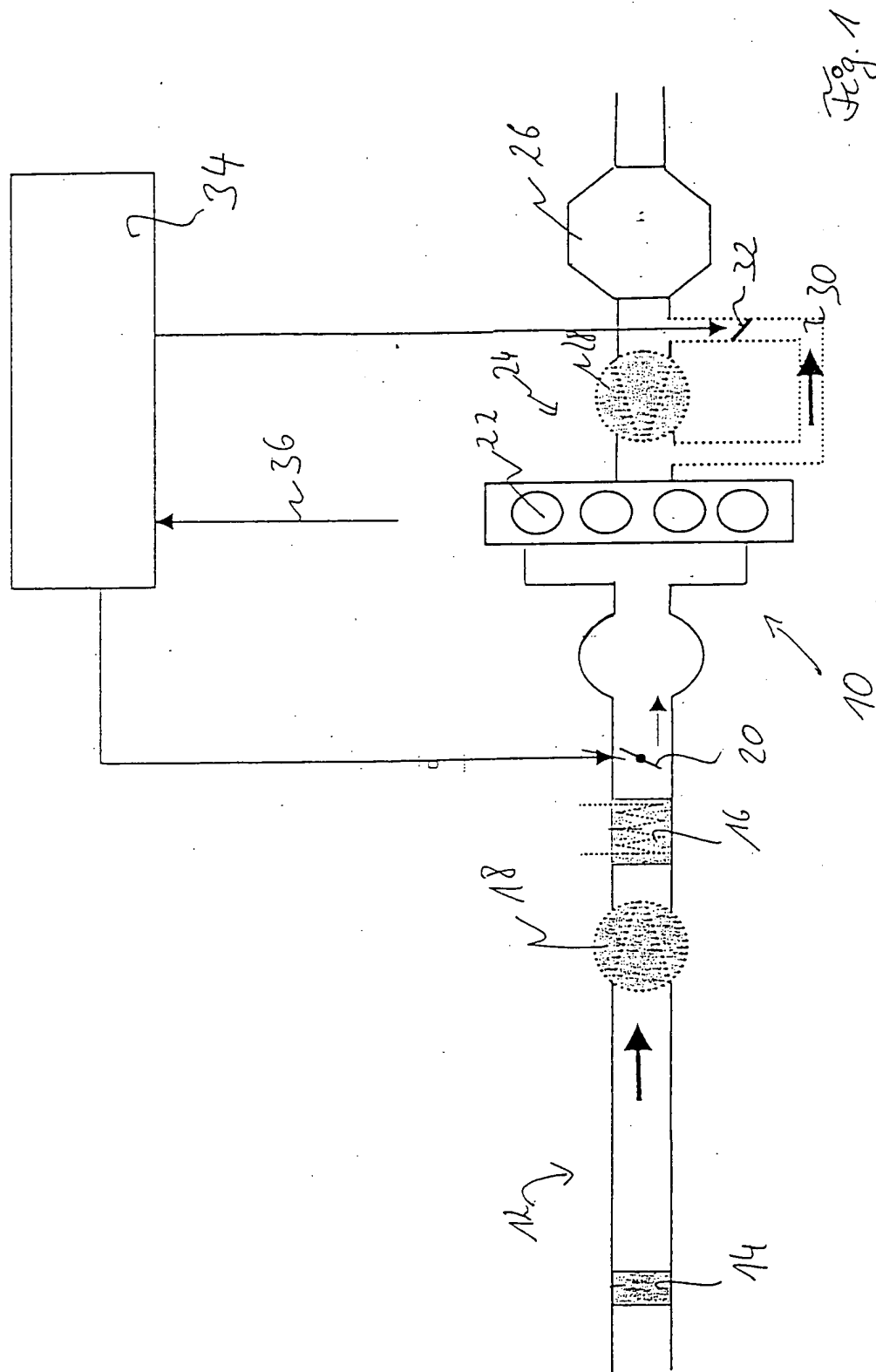
Bei dem Verfahren werden Parameter eines Stellstreckenmodells für einen Abgasturboladersteller adaptiert. Hierzu werden im stationären oder quasi-stationären Betriebszustand der Brennkraftmaschine (10) ein erster Steller (32) im Abgastrakt (24) angesteuert. Aus einem Vergleich von Ist- und Sollwert für eine geänderte Zustandsgröße an der Turbine werden die Parameter des Stellstreckenmodells adaptiert. Die durch das Ansteuern des ersten Stellers (32) herbeigeführte Änderung wird durch das Ansteuern eines zweiten Stellers (20) im Frischlufttrakt kompensiert.

10

15

Figur 1





1870-1871

1870-1871

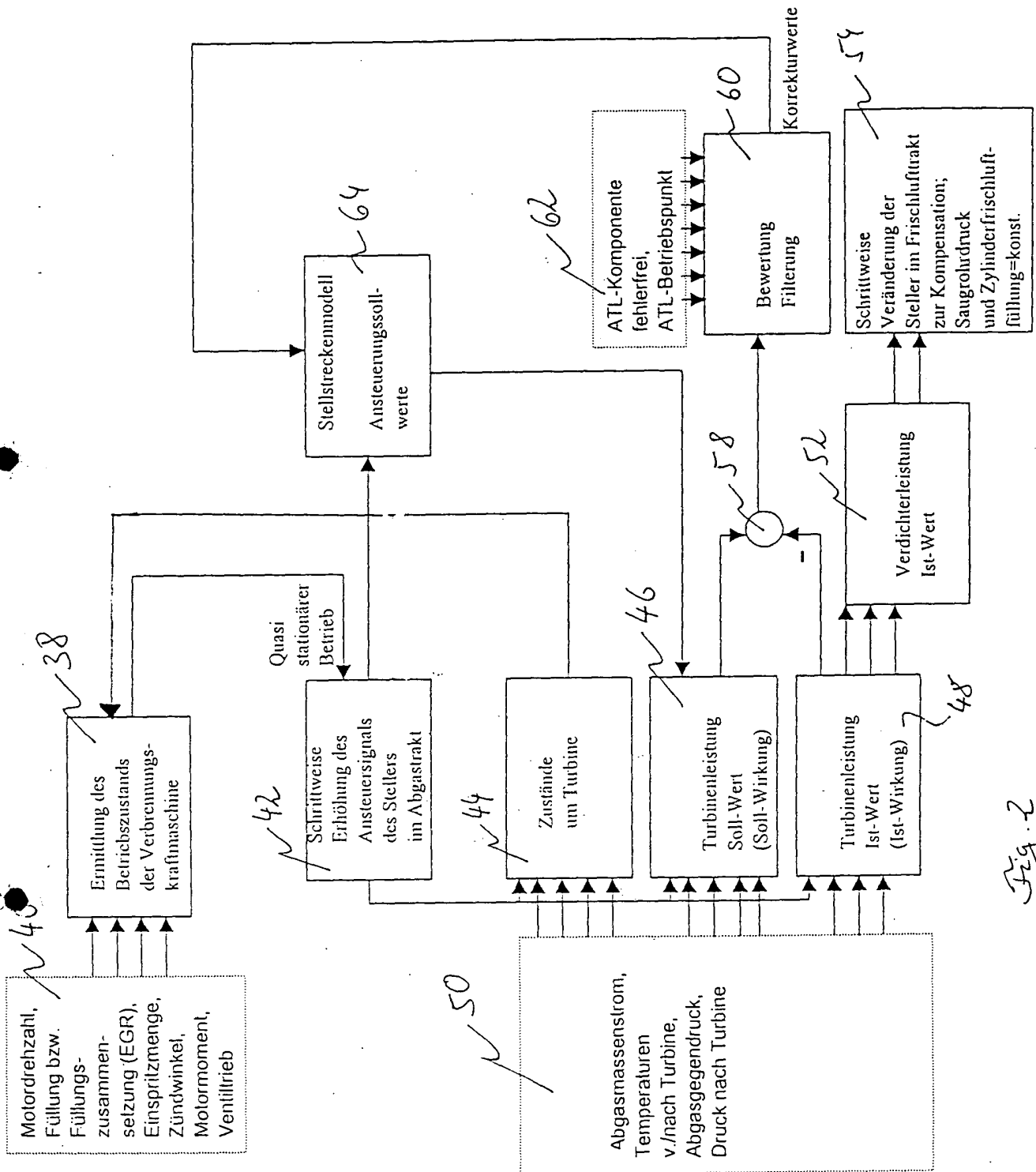


Fig. 2



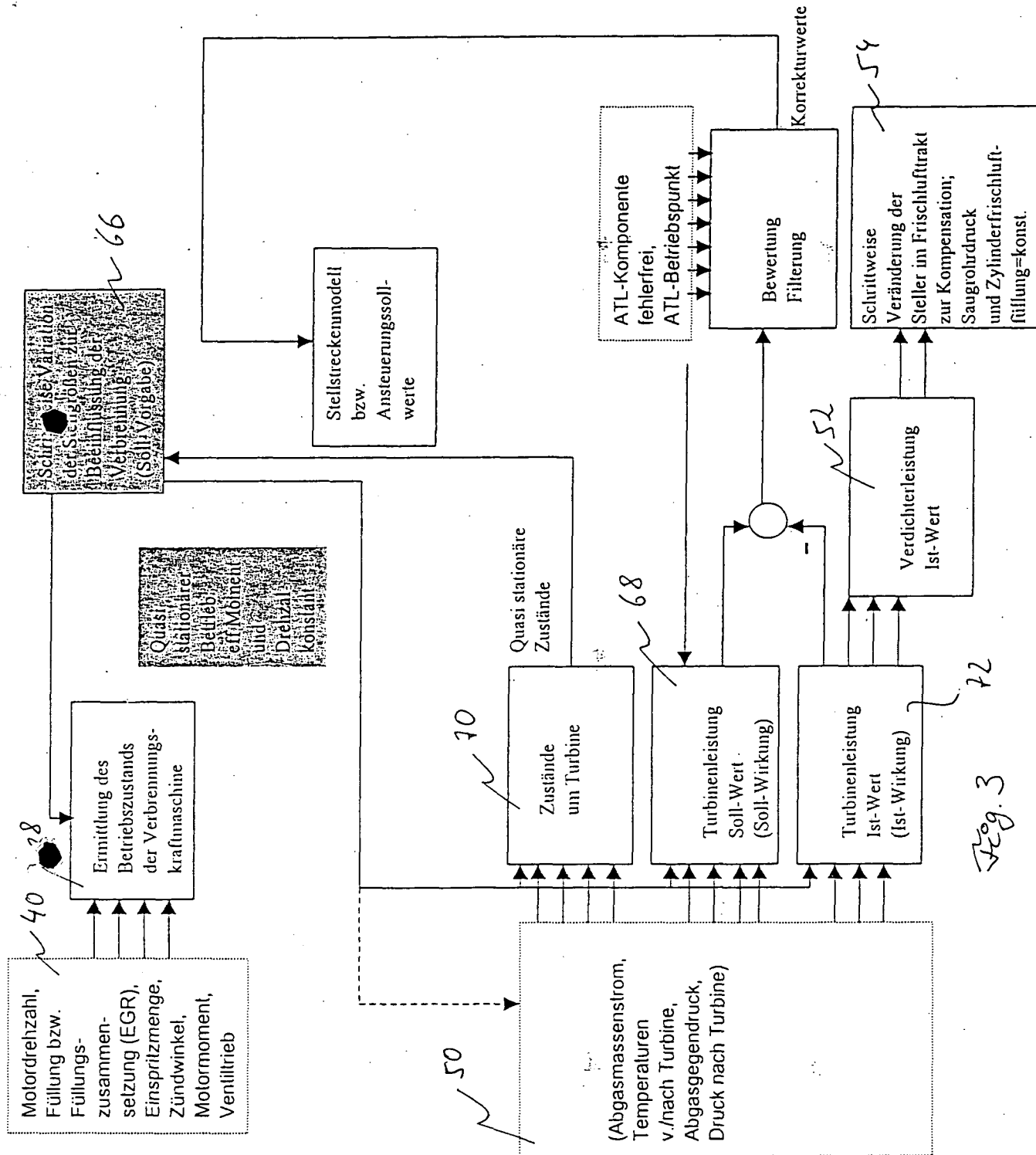


Fig. 3

10

11

12

13